中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 28(4) : 237～250 (1979)

温度對長毛捕植蟎(*Amblyseius longispinosus*)生活史繁殖力及捕食能力之影響[1]

羅 幹 成　何 琦 琛[2]

摘要：長毛捕植蟎在 20、25、30 及 35°C 四定溫及相對濕度在 40～65 % RH 下，以二點葉蟎之卵接於大豆眞葉上，於培養皿內接以長毛捕植蟎，觀察其發育及捕食， 所得結果簡述如下：在 20、25、30 及 35°C 下，長毛捕植蟎完成發育需時分別爲 8.54、5.69、5.02 及 3.77天；產卵前期分別爲 3.38、2.25、0.86 及 0.45 天；產卵期分別爲 27.54、24.13、19.21 及 12.18天；產卵後期分別爲 9.00、15.75、21.14 及 13.82 天；每雌每日產卵分別爲 1.75、2.33、3.26 及 3.88 枚；每雌一生產卵分別爲 47.62、55.63、62.50 及 47.18 枚；性比 (♀：♂) 分別爲 1.81：1、1.70：1、1.72：1 及 1.75：1；發育期捕食二點葉蟎卵數分別爲 8.60、7.49、7.52及 9.72 枚；每一雌成蟎一生捕食分別爲 259.69、286.87、280.70 及 216.90 枚。從其生活史及生命表資料，發現長毛捕植蟎之棲羣之發育和繁殖，以 35°C 似爲較適宜之溫度，而其自然內在增殖率 (γm) 在此溫度下爲每日每雌增加 0.452 個體，而棲羣數量加倍僅需時 1.534 天。

長毛捕植蟎 *Amblyseius longispinosus* (Evans) ，分布於南美、澳洲、印尼、泰國、菲律賓、臺灣、琉球及日本[6,7,15]。爲本省最常見而活躍之捕植蟎，舉凡甘藷、大豆、落花生、草莓、桑、柳、梨、甘蔗、柑桔、菊花、水稻，甚至雜草上，如有葉蟎出現，即有其蹤跡，對葉蟎似具有相當之抑制作用[15]。但由於農藥之普遍施用，使其田間之棲羣密度及其克制葉蟎之能力，似大受影響。筆者等曾以本省常用農藥，測定發現大部有機磷劑及氨基甲酸鹽類 (Carbamates) 對其毒性均甚劇烈[3]。

臺灣草莓 (*Fragaria grandiglora* Ehrn.) 爲近年來新興之高貴作物，雖目前推廣面積不足 100 公頃，但將來發展前途似未可限量。在盛產草莓之 2 至 4 月間，葉蟎猖獗發生，由於葉蟎生活史短，繁殖能力强大[1]，又對防治藥劑極易產生抗藥性，故藥劑施用之頻度隨之增加，殘毒問題因而出現，故歐美諸國在草莓結果期間，多主張採行生物防治方法，以壓抑葉蟎之增殖爲害。早在1951年就有人主張以生物防治法控制草莓細蟎[11]；隨之試驗以天敵防治草莓細蟎，獲得滿意之結果[10]；後來又利用 *Phytoseiulus persimilis* 防治草莓二點葉蟎 (*Tetranychus urticae* Koch) 成效顯著；後更進一步利用捕植蟎配合藥劑、耕作方法改良及自然天敵，綜合防治草莓二點葉蟎，結果草莓產量顯著提高 (18.1%)[20,21,22,23,24]；英國亦利用捕植蟎防治草莓葉蟎及細蟎，效果甚佳[26]；並進而作玫瑰葉蟎之生物防治試驗，成效亦佳[27]；又在美國南加州釋放 *Amblyseius californicus*, *P. persimilis* 及 *Typhlodromus occidentalis* 三種捕植蟎防治草莓二點葉蟎比較試驗，效果均佳

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 898 號。本研究爲國科會補助「草莓二點葉蟎生物防治之研究」計畫〔NSC-67B-0409-08 (07) 〕之一部分。在試驗過程中，蒙本所所長萬雄博士鼓勵，應用動物系邱瑞珍主任之督導；文成之後，復蒙邱主任瑞珍、李技正順連、林珪瑞先生及植物保護中心陳博士秋男在百忙中閱讀全文，並賜予寶貴意見，謹此致衷心之謝忱。

2. 本所應用動物系技正及技士。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

，不論在葉蟎數及草莓產量上均與對照組呈現顯著差異，而在三種捕植蟎中，仍以 *P. persimilis* 表現最優 [21,23]。

對捕植蟎生物學、生態學及自然內在增殖能力之研究，國內尚無報告發表。近年來國外則多有報導，如分別對 *P. persimilis* 與 *Metaseiulus occidentalis* 之生活史、生命表及自然內在增殖率之研究，發現前者之自然內在增殖率 (r_m) 為 0.219，而後者為 0.183，故據此推演，前者對二點葉蟎之抑制能力應較後者為優 [12]；又對捕植蟎 *Typhlodromus occidentalis* 之生活史及習性有深入之研究 [14]；更進一步研究放飼捕植蟎 *M. occidentalis* 捕食葉蟎 *Tetranychus mcdanieli*，發現放飼之最初 30 秒鐘內，其所捕食之葉蟎量，已足能維持其一天之所需，對田間放飼之時機，獲致重大之發展 [9]；再進一步利用對農藥已具抗性之捕植蟎 *T. occidentalis* 之各品系，與農藥配合防治蘋果葉蟎，具顯著效果 [5]；又有用二不同溫度比較 *T. occidentalis* 之生活史及捕食量者 [25]；更有在 7 不同定溫下，比較觀察 *M. occidentalis* 之棲羣增殖狀況，發現其在 32°C 時，自然內在增殖率達到最高 [29]；再進一步在不同溫度下，比較捕植蟎 *M. occidentalis* 與葉蟎 *T. mcdanieli* 之生命表之各介量 (Parameters)，發現在 25°C 以下，前者可有效控制後者，但超過 25°C 以上，便逐漸失去其控制力 [28]；更有綜合列舉 24 種世界各地重要之捕植蟎，並表列其發育期和捕食量等寶貴資料 [16]；又更綜合分析各項基本問題，討論葉蟎以生物防治法之可能性 [12]；而對長毛捕植蟎 (*Amblyseius longispinosus*) 之研究，僅有一篇報告，其以各不同數量之二點葉蟎 (*T. urticae*) 之若蟎飼育結果，發現其對若蟎之捕食能力不如 *P. persimilis* [19]。

本研究即在探討長毛捕植蟎在不同溫度下之生活史、習性、繁殖能力及其對二點葉蟎之捕食能力等，所獲資料可供作人工繁衍及田間放飼該蟎以防治葉蟎之基本依據。

材料與方法

在室內以長出二片眞葉 (Primary leaves) 之大豆 (十石) 植株，插於盛有營養液 (每公升水內含 KNO_3 213 mg, $MgSO_47H_2O$ 127 mg, KH_2PO_4 141 mg, $(NH_4)_2SO_4$ 5 mg, NH_4NO_3 186 mg) 之試管 (10×1.5cm) 內，先接以二點葉蟎 (*Tetranychus urticae*)，(此葉蟎於 67 年春採自臺北市臺灣大學園藝系草莓園，在本所飼育迄今)，俟二點葉蟎繁衍約半月後，部份移至另一試驗室，然後接以長毛捕植蟎 (*Amblyseius longispinosus*)，(該捕植蟎於 64 年夏採自臺北市本所舊址大豆上，至研究室飼育至今)，使其繁殖，此即為供作試驗觀察之長毛捕植蟎之原始羣落。

另以新鮮潔淨之大豆眞葉，自葉柄剪下，置於培養皿 (內徑 8.5 cm) 中，葉背 (光滑面) 朝下，葉裡 (多毛面) 朝上，葉下墊以棉花，每日加足量之蒸餾水，以維持適量之水份，避免豆葉提早枯萎，並防止長毛捕植蟎及其食餌——二點葉蟎逃失。所用大豆眞葉如略呈枯萎，即予更換，以維持其新鮮度。在此大豆眞葉上以細毛筆接上定數之二點葉蟎卵粒，而成飼育葉片。

然後自原始羣落中，選正值產卵期之長毛捕植蟎雌成蟎，移至 10 飼育葉片上，各 20 隻，共 200 隻，在室溫 (25±3°C) 下，使經二小時產卵 (約可得 50 個卵後，除去雌成蟎，隨即將此卵以細毛筆輕輕移至新設之飼育葉片上，每葉片移入一卵，即置於定溫生長箱 (Hotpack Mod. 352700) 中，分 20、25、30 及 35°C 四溫度，相對濕度為 40～65% RH，每日檢視三次，並觀察記錄其發育變化及捕食二點葉蟎數，在觀察期中，如飼育葉片上二點葉蟎卵已孵化，則移去此幼蟎，並補充二點葉蟎卵至足量，經捕食而減少之卵，亦補足之。

長毛捕植蟎發育至成期後，立即配對，如雄蟎數不足分配，則自原始羣落中補充。每日觀察其捕食量，產卵量，每日子代性比及壽命等。部份長毛捕植蟎之雌蟎及雄蟎，不予配對，比較其在單獨生活下其個別捕食量及產卵量。所獲資料乃參考柏氏 (Birch) 與何氏 (Howe) 之雌性生命表 (Female life table) 及其各日齡產卵量表 (Age-specific fecundity table) 計算方式 [4,8]，求得長毛捕植蟎之特定時間生命表 (Time specific life table)，藉以算出其棲羣自然內在增殖率 (Intrinsic rate of natural increase)，但棲羣必須生活在恆定環境壓力下，並且有無限制之生存空間及營養

條件，除生理因素外，應不受其他因子之影響而致棲羣中個體之死亡。利用內在增殖率之公式：

$\sum e^{-rmx}1xmx=1$ 計算之，該公式內

"e" 爲自然對數 (Natural logarithm) 之基。

"x" 爲在某日雌蟎之日齡。

"1x" 爲在日齡 "x" 時雌蟎成活數，以原始之全部爲 1 表之。

"mx" 爲在日齡 "x" 與 "x−1" 時間內，每雌蟎生產子代之雌性數。

e^{-rmx} 之負次方 (−rmx)值，非一般數學對數表所能查得，因此在方程式 $\sum e^{-rmx}1xmx=1$ 之前後方各乘以 e^5，而使公式轉變爲 $\sum e^{5-rmx}1xmx=e^5$或$\sum e^{5-rmx}1xmx=148.41$。由何氏 (Howe, 1952) 之改進方法[8]獲得二臨時性 r_m 值，代入公式 $\sum e^{5-rmx}lxmx$ 中，而其值恰高及低於 184.41，利用此二值爲橫座標值，以二臨時 r_m 值爲縱座標值,記點於座標圖內，求連此二點之線與 e^5 (或 148.41) 垂直線相交之點，此點即爲精確之 r_m 值，精確度可達小數點以下四位，一般均用 4 捨 5 入法，求小數點下三位數之 r_m 值。

又 1x 與 mx 既爲已知數，故淨增殖率 (The net reproductive rate, Ro) 可由 1xmx 項之總和獲得；而世代平均日數 (The mean generation time, T) 可利用下列公式求得：$T=\frac{\ln Ro}{r_m}$；增殖率之極限 (Finite rate of inerease, λ) 則由 r_m 之反自然對數 ($antilog_e r_m$) 求得；又棲羣密度加倍所需日數 (Days for population to double) 是由$\frac{lnr2}{r_m}$而求得。

結果與討論

一、生活史

長毛捕植蟎之齡期有卵 (Egg)、幼蟎 (Larva)、前若蟎 (Protonymph)、後若蟎 (Deutonymph) 及成蟎 (Adult) 等五期，在幼蟎期與前若蟎期之間，前若蟎期與後若蟎期之間及後若蟎期與成蟎期之間分別有一短暫之靜止期 (Quiescent stage)。卵成卵形，呈白色半透明，散產於葉表，葉表纖毛或葉蟎之絲網上，孵化前，隱約可見其內之胚胎；幼蟎白色，胴體約與卵大小相等，具足 3 對，此期均未見捕食；第一次脫皮後，爲前若蟎，初期呈白色，隨後胴體後端出現紅色斑點，體色漸轉爲淡黃色，具 4 對足，甚爲活躍並開始捕食；第二次脫皮後，即爲後若蟎期，此期除體形較前若蟎略大外，體色與之無大差別；第三度脫皮後，便爲成蟎期，初脫皮時，體呈乳白色，可隨其日齡增加，體色逐漸加深至黃褐色。雄蟎體較雌蟎爲小，體長僅及雌蟎之⅔。雌蟎至產卵期，體軀顯著膨大幾近圓球形。各齡期間之靜止期甚短，脫皮前行動顯著遲緩，停止捕食，至脫皮之直前，可完全靜止，但此靜止期甚少超過 1 小時，脫皮之過程極快，自皮殼裂開至身體完全脫出，均不超過 10 分鐘，脫皮時，前體部背面皮殼先縱裂，內部蟎體之背部藉足之伸展力而先脫出，後體部之兩側隨之裂開，使全身脫出。

觀察發現，雌成蟎若不經配對交尾，便不產卵，如經一次交尾，即足可使其不斷產卵，但在觀察期間，配對之長毛捕植蟎可經多次交尾，據學者之解釋，此現象可能是其卵巢之發育或卵之形成之過程，必須要有刺激作用方能完成，此種刺激作用包括交尾或存在精蟲等[16]。

在四定溫下，長毛捕植蟎之發育期均有不同 (表 1)，其完成發育在 20、25、30 及 35°C下，雌蟎分別爲 8.54、5.69、5.02 及 3.77 天；雄蟎分別爲 8.74、5.93、4.94 及 3.73 天；雄蟎在 25°C 以下較低溫度下，完成發育有較雌蟎略緩之趨勢；而在 30°C 以上較高溫度下，其發育則較雌蟎略顯快速；在各發育期間任何溫度下，均以卵期最長，後若蟎期次之，前若蟎期又次之，幼蟎期最短；在飼育過程中，死亡率均低，但在高溫時，死亡率有顯著增高之趨向。

表 1. 長毛捕植蟎在不同溫度下之發育所需時間

Tab 1. Duration (days) of immature stages of *Amblyseius longispinosus* under different temperatures.

齡 期 Stage	性別 Sex	溫 度 Temperature °C 20 No. Mites	20 $\bar{X}$	20 SD	25 No. Mites	25 $\bar{X}$	25 SD	30 No. Mites	30 $\bar{X}$	30 SD	35 No. Mites	35 $\bar{X}$	35 SD
卵	♀	25	3.69	0.24	37	2.37	0.06	31	1.85	0.17	25	1.64	0.09
Egg	♂	22	3.82	0.12	12	2.43	0.13	16	1.98	0.11	17	1.65	0.08
幼 蟎	♀	25	1.09	0.26	37	0.74	0.14	31	0.76	0.21	25	0.33	0.00
Larva	♂	22	1.09	0.18	12	0.92	0.15	16	0.71	0.11	17	0.35	0.08
前若蟎	♀	25	1.48	0.20	37	1.27	0.17	31	1.09	0.28	25	0.82	0.19
Protonymph	♂	22	1.47	0.17	12	1.17	0.17	16	1.04	0.24	17	0.77	0.27
後若蟎	♀	25	2.28	0.31	37	1.31	0.21	31	1.32	0.16	25	0.99	0.20
Deutonymph	♂	22	2.36	0.75	12	1.42	0.25	16	1.21	0.21	17	0.96	0.16
合 計	♀	25	8.54	0.63	37	5.69	0.21	31	5.02	0.37	25	3.77	0.21
Total	♂	22	8.74	0.80	12	5.93	0.41	16	4.94	0.31	17	3.73	0.27
死亡率 Mortality, %			0			2.17			4.17			10.64	

註： No. Mites 即觀察蟎數， $\bar{X}$ 即平均， SD 爲標準偏差。

二、捕食能力與繁殖力

幼齡長毛捕植蟎捕食二點葉蟎卵數（表2）在各溫度下，雌蟎均較雄蟎爲多；雌性在 35°C 時爲 9.72 ，最高， 20°C 時爲 8.60，次之，25 及 30°C 時分別爲 7.49 及 7.52 ；雄性則在 20°C 時最高爲 6.91，30°C 時次之爲 6.44， 35°C 時爲 6.06, 25°C 時最低爲 6.00 。各發育期中 ，幼蟎期均不捕食，後若蟎期之捕食量，較前若蟎者略高，但以在較低溫時較顯著。

長毛捕植蟎在不同溫度下，繁殖率及壽命均有不同（表3），產卵量以 30°C 時 62.50 枚爲最高， 25°C 時次之，爲 55.63枚，20 及 35°C 時分別爲 47.62 及 47.18 枚，這些產卵量，與已知之國外諸捕植蟎相較，有過之而無不及 [12,13,14,29] 。每天每雌產卵量，則以 35°C 時最高，達 3.88枚，溫度愈低，其量亦愈低，即在 30、25 及 20°C 時，分別爲 3.23、2.33 及 1.75 枚；產卵前期，溫度愈高愈爲短暫；產卵期在 20°C 時甚長，可達 27.54 天， 35°C 時，則僅 12.18 天；產卵後期則在 30°C 時最長，竟達 21.14 天之久， 25°C 時次之，爲 15.75 天， 35°C 時 13.82 天，20°C 時最短，爲 9.00 天；雌蟎壽命在 25°C 時最長，達 42.64 天， 20°C 時 41.75 天， 30°C 時 36.50 天， 35°C 時爲 25.94 天；雄蟎壽命均較雌蟎者爲短，低溫時壽命延長，高溫時則顯著縮短。

長毛捕植蟎之成蟎在不同溫度下，捕食二點葉蟎卵數（表4），以 25°C 時最高，達 286.87 枚， 30°C 時次之，爲 280.70 枚， 20°C 時又次之，爲 259.69 枚， 35°C 時最低，爲 216.90 枚；產卵前期在低溫時較長，故捕食量較多，高溫時甚短，故捕食量甚低；產卵期爲主要捕食之時期，

表 2. 長毛捕植蟎發育期間在不同溫度下捕食二點葉蟎卵數

Table 2. Number of *T. urticae* eggs eaten by immture stages of *Amblyseius longispinosus* under different temperatures.

齡期 Stage	性別 Sex	溫度 (Temperature °C) 20			25			30			35		
		No. Mites	X̄	SD	No. Mites	X̄	SD	No. Mites	X̄	SD	No. Mites	X̄	SD
幼蟎	♀	25	0	—	37	0	—	31	0	—	25	0	—
Larva	♂	22	0	—	12	0	—	16	0	—	17	0	—
前若蟎	♀	25	3.56	0.71	37	3.54	0.84	31	3.48	0.72	25	4.68	1.35
Protonymph	♂	22	2.73	0.88	12	2.83	0.58	16	3.25	1.13	17	3.29	1.26
後若蟎	♀	25	5.04	1.86	37	3.95	0.78	31	4.03	1.02	25	5.04	1.97
Deutonymph	♂	22	4.18	1.65	12	3,17	0.94	16	3.19	0.98	17	2.76	0.90
合計	♀	25	8.60	1.61	37	7.49	1.12	31	7.52	1.26	25	9.72	2.57
Total	♂	22	6.91	2.02	12	6.00	1.21	16	6.44	1.55	17	6.06	1.76

表 3. 長毛捕植蟎在不同溫度下之繁殖率及壽命

Table 3. Fecundity and longevity of *Amblyseius longispinosus* under different temperatures.

		20°C			25°C			30°C			35°C		
		No. Mites	X̄	SD	No. Mites	X̄	SD	No. Mites	X̄	SD	No. Mites	X̄	SD
產卵量 eggs/♀		13	47.62	16.31	8	55.63	15.06	14	62.50	15.40	11	47.18	17.45
產卵率 eggs/♀/day		13	1.75	0.16	8	2.33	0.23	14	3.26	0.28	11	3.88	0.50
產卵前期 Preoviposition period, days		13	3.38	0.65	8	2.25	40.6	14	0.86	0.77	11	0.45	0.52
產卵期 Oviposition period, days		13	27.54	9.01	8	24.13	7.40	14	19.21	4.53	11	12.18	4.26
產卵後期 Postoviposition period, days		13	9.00	9.06	8	15.75	11.67	14	21.14	12.53	11	13.82	8.13
壽命	♀	16	41.75	11.87	11	42.64	16.63	22	36.50	12.64	16	25.94	5.54
Longevity, days	♂	16	38.38	15.63	5	29.00	8.63	10	22.00	7.57	11	17.82	5.27

此期之捕食量與全期捕食量趨於一致，此一結果顯示捕食量與產卵量及壽命具有密切之相關性，而與溫度之相關性似不明顯；產卵後期之捕食量與產卵後期長短似呈正相關關係；又由觀察期間獲知，未經配對而未受孕之長毛捕植蟎，均不產卵，從表內未配對之雌成蟎之捕食量較配對者驟減 4 ～5.5 倍

表 4. 長毛捕植蟎成蟎在不同溫度下捕食二點葉蟎卵數量比較

Table 4. Eggs of *T. urticae* consumed during the adult stage of *Amblyseius longispinosus* under different temperatures.

	20°C			25°C			30°C			35°C		
	No. Mites	$\bar{X}$	SD	No. Mites	$\bar{X}$	SD	No. Mites	$\bar{X}$	SD	No. Mites	$\bar{X}$	SD
產卵前期 Preoviposition period	13	13.21	2.91	8	10.07	5.26	14	6.94	6.54	11	6.12	7.85
產卵期 Oviposition period	13	231.07	69.73	8	255.30	76.48	14	236.57	56.52	11	186.59	61.67
產卵後期 Postoviposition period	13	15.40	17.46	8	21.50	17.11	14	37.19	23.47	11	24.19	16.25
總 計 Total												
配對之雌成蟎 Mated female	13	259.69	73.72	8	256.87	82.80	14	280.70	56.79	11	216.90	49.84
未配對之雌成蟎 Virgin female	3	57.33	5.51	3	66.00	23.52	6	51.50	18.56	4	53.00	15.98
雄成蟎 Male adult	4	48.00	11.55	2	74.00	12.73	2	44.00	1.41	3	47.67	6.66
產一卵平均需捕食葉蟎卵數 No. of prey eggs/1 predator egg		4.85			4.58			3.78			3.95	

之遙，與雄成蟎之捕食量相近似，此一事實似可說明，此一甚低之捕食量僅供其一般活動所需之營養能量，如要產卵，尚需增加 4～5.5 倍之捕食量。在 20、25、30 及 35°C 下，長毛捕植蟎每產一卵分別需捕食二點葉蟎卵 4.85、4.58、3.78 及 3.95 枚，換言之，在較高溫度下，每產一卵所需二點葉蟎卵量較低。

根據在各溫度下長毛捕植蟎每日每雌平均產卵量資料，製作各日齡之繁殖力 (Age-specific fecundity) 圖（圖 1），發現溫度愈高，產卵期愈短，但每日產卵量愈高。在 35°C 時，絕大部份卵，均在第 11 日齡前產出，產卵量的第一高峰在第 2 日齡，第二高峰在第 4 日齡，第三高峰在第 7～9 日齡，第四高峰在第 11 日齡，隨後急驟下降； 30°C 時，絕大部份卵在第19日齡前產出，產卵量的第一高峰在第 3～7 日齡間，第二高峰在第 11～13 日齡間，至第 19 日齡出現第三個較低度的高峰，隨後驟降； 25°C 時，絕大部份卵均在第22日齡前產出，產卵量的第一高峰在第 4 日齡，第二高峰在第 6～9 日齡，第三高峰在第 12 日齡，第四高峰在第15日齡，第20日齡出現第五個較低度之高峰，此後逐漸下降； 20°C 時，絕大部份卵在第30日齡前產出，產卵量的高峰不明顯，一般可分爲三個高原期，第一高原期在第 7～15 日齡，第二高原期在第 16～26 日齡，第三高原期在第 27～34 日齡，次第下降。

另再根據其每日所產子代之性比資料，製成各日齡子代之性比 (Age-specific sex ratio) 圖（圖 2），在各溫度下，各日齡所出現之性比值（♀／♂）的高峰期，似無規則可循，但在各溫度間比較，則可發現在較低溫度下，性比值似有升高之趨勢，但性比之平均值在四溫度下，均相當穩定，

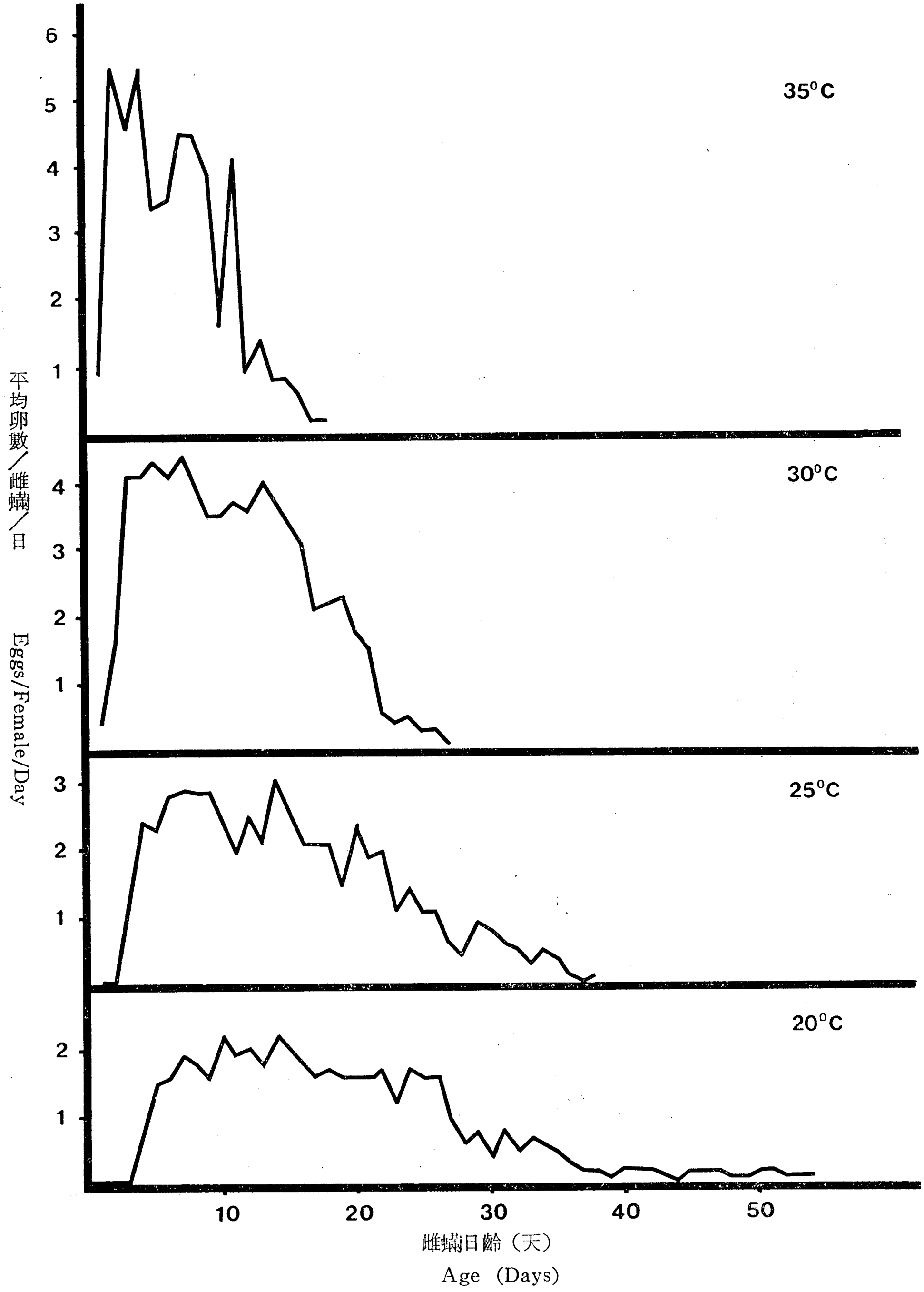

圖 1. 長毛捕植蟎在不同溫度下各日齡之產卵率

Fig 1. Age-specific fecundity of *A. longispinosus* under different temperatures

在 1.70 至 1.81 之間。

又記載各日齡之雌性長毛捕植蟎，在各溫度下之死亡率，所得資料，列於表 5。其 50% 死亡率

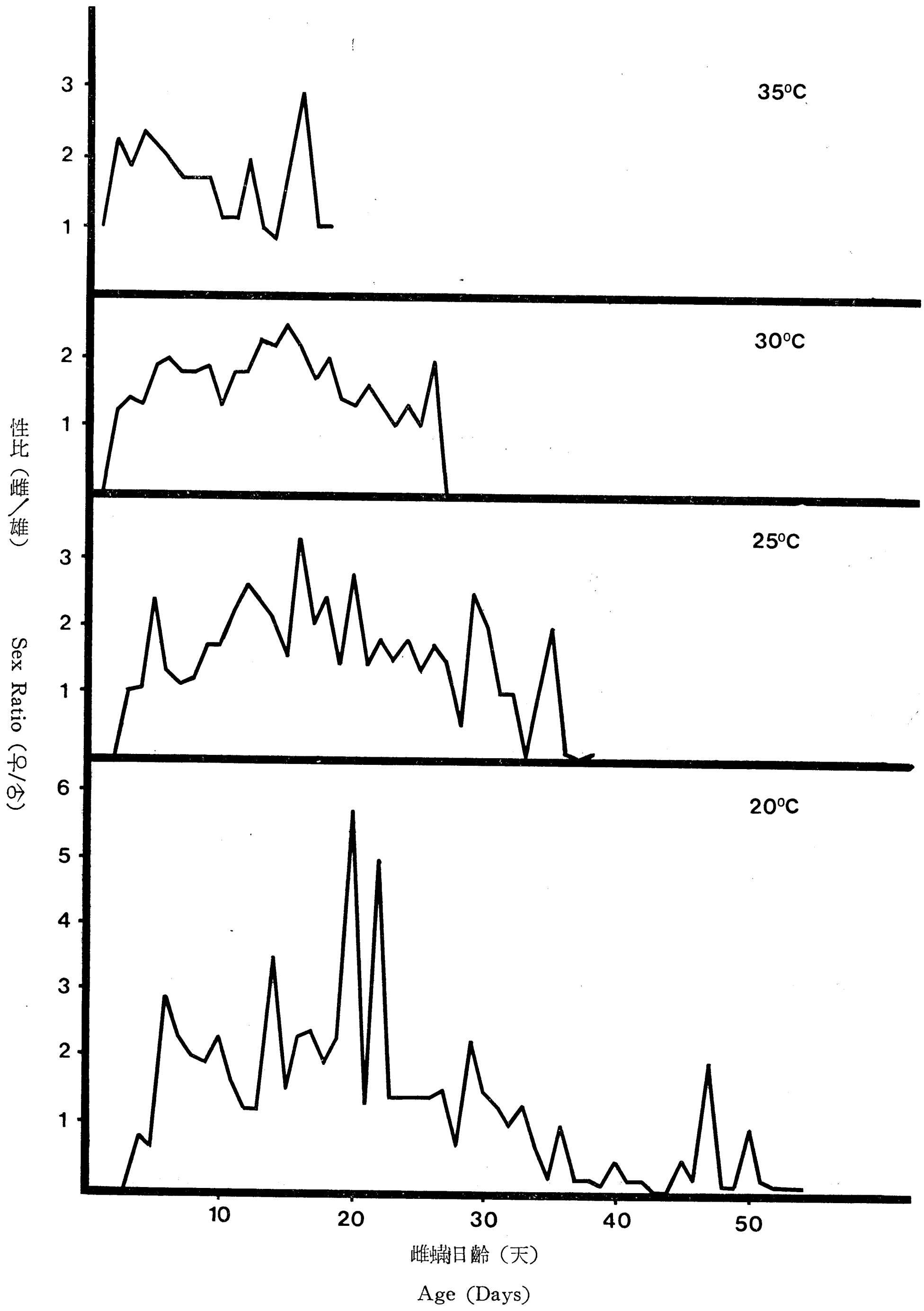

圖 2. 長毛捕植蟎在不同溫度下各日齡所產子代之性比

Fig 2. Female age of *A. longispinosus* affects on sex ratio of its progeny under different temperatures.

之日齡，除在 35°C 較短爲 27 天外，餘均在 40 天以上，此點似可說明此捕植蟎之生存力甚强，超

過美國另一種捕植蟎 *Metaseiulus occidentalis* 甚多 [13,29]。同時也表示本試驗對長毛捕植蟎之飼育極爲成功。

三、自然內在增殖率 (Intrinsic rate of natural increase)

利用柏氏及何氏之方法 [4,8] 求得長毛捕植蟎在各溫度下之雌蟎生命表，參考其公式及改進方法，進一步求得其二自然內在增殖率之臨時值，再用座標法，求得其在各溫度下之自然內在增殖率之精確

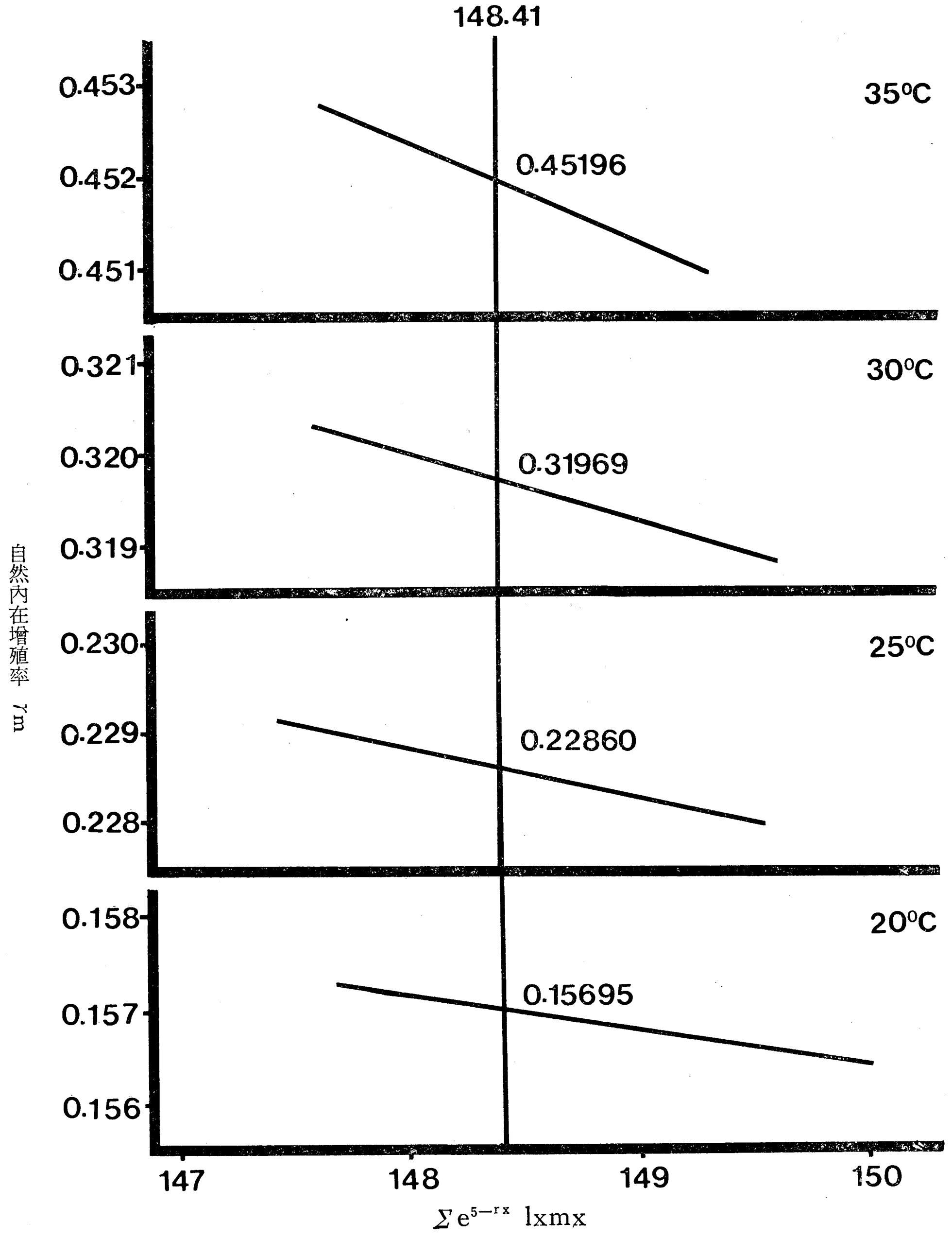

圖 3. 長毛捕植蟎在不同溫度下自然內在增殖率之決定

Fig 3. Determination of the intrinsic rates of natural increase of *A. longispinosus* under different temperatures.

值（圖3）。在 20、25、30 及 35°C 下，其自然內在增殖率（r_m）之值分別爲 0.157、0.229、0.320 及 0.452 ，換言之，即在上述四溫度下飼育，每天每雌可分別產生 0.157、0.229、0.320 及 0.452 個體之子代，此一系列之自然內在增殖率之值，均超過已知國外多種捕植蟎之該值 (12,13,25)，足見長毛捕植蟎對葉蟎之自然控制能力，不容忽視，比較二點葉蟎在上述四溫度下，r_m 值分別爲 0.117、0.226、0.400及0.327 (1)，除在 30°C 時長毛捕植蟎略遜外，其餘不論較低溫或較高溫，均較二點葉蟎爲優。

爲了綜合比較在不同溫度下，長毛捕植蟎之發育期，生殖力及內在增殖率等諸生命介量 (Life parameters) (28)，分別列於表5：其中淨生殖率 (Net reproductive rate, Ro) 以 30°C 時最高，爲 38.04，25°C 時次之，爲 31.04，35°C 時又次之，爲 28.13，20°C 時最低，爲 26.89，此四值均較 Laing 氏及 Tanigoshi 等氏對 *Metaseiulus occidentalis* 之 Ro 值爲高 (13,29)，如在 35°C 時，長毛捕植蟎之內在增殖率爲每天每雌產生 0.452 個子代，其棲羣可在一世代平均日數 (Mean generation time) T=7.38 天內增殖 28.13 倍 (Ro)；發育時間 (Developmental time)，溫度愈高愈趨縮短，如 35°C 時，自卵期發育至成蟎產卵僅需 4.22 天，30°C 時 5.88 天，25°C 時 7.94 天，20°C 時 11.92 天，而 Tanigoshi 等氏發表 *M. occidentalis* 在 35°C 時需時 6.18 天，30°C 時較短爲 5.89 天 (27)，兩相比較，長毛捕植蟎之增殖能力顯較强大，增殖率極限 (Finite rate of increase, λ)，即每天每雌能增殖之倍數，仍以 35°C 時最高，爲 1.571 倍，此值隨溫度之下降而減小，Tanigoshi 等氏發表 *M. occidentalis* 之增殖率極限，以 32°C 時最高，爲 1.321 (29)，比較之下，尙不如本試驗中之 30°C 之 1.377；再比較二點葉蟎在增殖率極限上，以在 30°C 時最高爲 1.492 倍 (1)，長毛捕植蟎除在 30°C 時略遜外，其餘較低溫及較高溫均較二點葉蟎略優，如以發育速度言，長毛捕植蟎之繁衍能力仍較二點葉蟎爲優；棲羣加倍所需時間，以 35°C 時最快，僅需 1.534 天，30°C 時次之，需時 2.166 天，25°C 時需時 3.027 天，20°C 時需時 4.415 天，其結果均較 *M. occidentalis* 爲爲優 (29)，與二點葉蟎比較，除 30°C 外，其餘均較快速 (1)。綜合比較在各溫度下之各項生命介量，長毛捕植蟎繁殖力及捕食能力均相當强大，如目前世界各國爭相引進供作葉蟎生物防治材料之一種捕植蟎 *Phytoseiulus persimilis*，其 r_m 值在晝夜溫度 15~28.3°C 之循環情況下，爲 0.219 (13)，而另一種捕植蟎 *M. occidentalis*，在相同情況下，r_m 值僅爲 0.183 (13)，均無遜色，又比較捕食量，長毛捕植蟎因體形較小，捕食量略低於 *P. persimilis* (16,19)，但與 *M. occidentalis* 相比，則較高 (13,16)；Mori 曾氏以二點葉蟎之若蟎期個體，分別飼育長毛捕植蟎與 *P. persimilis*，以比較二者之捕食能力，結果發現後者捕食能力較强，捕食量亦較高 (19)，但筆者以爲 *P. persimilis* 在捕植蟎中，體形較大，對二點葉蟎若蟎期個體（體形較卵爲大），似應具較强之捕食能力，而長毛捕植蟎體形較小，理論上說，其對葉蟎之若蟎個體之捕食能力及捕食量均應相對降低，事實上，據本試驗結果發現，其對二點葉蟎之卵期捕食能力極高，每一雌蟎一生可捕食 226.62 至 294.36 枚（表2與表4之和），而雌蟎之壽命可達 25.94至 42.64 天（表3），亦即其捕食葉蟎之時間甚長，因此其對二點葉蟎卵之捕食能力不容忽視；又此捕植蟎在本省亦爲另一重要葉蟎—神澤氏葉蟎 (*T. kanzawai*) 之主要天敵，施氏等曾在 27±2°C 及 65±3% RH 溫濕度下，測知此葉蟎之自然內在增殖率 (r_m) 爲 0.389 (2)，較長毛捕植蟎在 25 及 30°C 下之內在增殖率 (r_m) 均高，然此爲間接比較之結果，尙無以神澤氏葉蟎飼育長毛捕植蟎之直接試驗資料可供比較，二者之直接關係，似尙有待進一步研究之必要。

若僅就溫度此一因子對其繁殖力影響與二點葉蟎比較，二點葉蟎在 30°C 時，增殖力最高，每雌每日可生 0.4 子代個體，其棲羣可在一平均世代時 9.78 天內，增殖 49.91 倍 (1)，而長毛捕植蟎雖在 35°C 時增殖力最高，但在 30°C 下，每雌每日可生 0.32 子代個體，其棲羣可在一平均世代時 5.88 天內，增殖 38.04 倍，表面上看二點葉蟎在平均世代時內增殖力較强，然因長毛捕植蟎之平均世代時顯著縮短，則在單位時間內，長毛捕植蟎之繁殖能力反較二點葉蟎爲高，故仍可信其能有效防

表 5. 長毛捕植蟎在40～65%相對濕度下其生命介量受溫度影響之情形

Table 5. Effects of temperature on the life parameters of *Amblyseius longispinosus* at 40～65% RH.

生命介量 Life parameters	溫度 Temperature °C			
	20	25	30	35
捕食量 Prey eggs consumed	259.69	286.87	280.70	216.90
50% 死亡率的時間（天） Time to 50% mortality, days	44.00	40.50	40.00	27.00
總生殖力[a] Total fecundity	47.62	55.63	63.13	47.18
生殖率[b] Fecundity rate	1.75	2.33	3.26	3.88
產卵期（天） Oviposition period	27.31	24.13	19.21	12.18
淨生殖率 Net reproductive rate, Ro	26.89	31.04	38.04	28.13
世代平均日數[c] Mean generation time, T.	20.97	15.00	11.37	7.38
發育時間（天）[d] Developmental time, days	11.92	7.94	5.88	4.22
自然內增殖率[e] Intrinsic rate of natural increase, r_m	0.157	0.229	0.320	0.452
增殖率極限[f] Finite rate of inerease, λ	1.170	1.257	1.377	1.571
棲群加倍所需日數[g] Days for population to double	4.415	3.027	2.166	1.534
雌性比（♀：♂） Sex ratio	1.81	1.70	1.72	1.75

a. 平均每雌產卵量。Av. no. eggs/♀・

b. 每雌每天產卵數。No. eggs/♀/day・

c. 平均世代時間 $= \frac{\ln R_o}{r_m} = T$

d. 卵發育至成蟎產卵。Egg to egg・

e. 每日每雌生產個體數。Individuals/♀/day・

f. 增殖率極限 $\lambda =$ antilog$_e$ r_m

g. 棲群加倍所需日數 $= \frac{\ln 2}{r_m}$

治二點葉蟎。

本試驗期間，尙有缺失之處，如在試驗過程中，均在無光照周期（photoperiod）及無溫度周期之狀況下飼育長毛捕植蟎，雖然捕蟎類均具低趨光性（Low photokinesis）[16]，但在田間之自然實際晝夜溫度之周期變化與室內固定溫度及無光照之下，應有相當程度之差異，如將來能獲得可模擬田間實際光照周期及晝夜溫度變化周期之飼育設備，則對今後進一步之研究定有更大的裨益，而經試驗所獲之資料具更大的精確性，應用於田間之成功率將大爲提高，不但藉此可解決本省草莓蟎害問題，

更可藉此範例，應用在其他農作物之蟎害問題上，則本研究之價值是無可限量的。

參 考 文 獻

1. 何琦琛、羅幹成・1979・溫度對二點葉蟎〔*Tetranychus urticae* (Koch)〕生活史及繁殖力之影響・中華農業研究 28(4)：261—271
2. 施劍鎣、黃淑明、謝忠能・1978・神澤氏葉蟎〔*Tetranychus kanzawai* (Kishida)〕之生物特性、生命表及棲羣內在增殖率・植物保護學會會刊 20(3)：181-190。
3. 羅幹成、趙若素・1975・一般農藥對兩種紅蟎重要天敵毒性之初步試驗・中華農學會報 新 92：81-86。
4. Birch, L. C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol. 17 (1): 15-26.
5. Croft, B. A. and M. M. Barnes 1971. Comparative studies on four strains of *Typhlodromus occiden talis* III. Evaluation of release of insecticide resistant strains into an apple orchard ecosystem. J. Econ. Ent. 64 (4): 845-850.
6. Ehara, S. 1970. Phytoseiid mites from Taiwan (Acarina: Mesostigmata). Mushi 43 (6): 55-63.
7. Ehara, S. and A. Bhandhufalck. 1977. Phytoseiid mites of Thailand (Acarina: Mesostigmata). J. Fac. Educ., Tott. Univ., Nat. Sci. 27 (2): 43-82.
8. Howe, R. W. 1952. The rapid determination of the intrinsic rate of increase of an insect population. Ann. Appl. Biol. 40: 135-151.
9 Hoyt, S. C. 1970. Effect of short feeding periods by *Metaseiulus occidentalis* on fecundity and mortality of *Tetranychus medanieli*. Ann. Ent. Soc. Amer. 63 (5): 1382-1384.
10. Huffaker, C. B. and C. E. Kennett. 1956. Experimental studies on predation: Predation and cyclamen mite populations on strawberries in California. Hilgardia 26 (4): 191-222.
11. Huffaker, C. B. and C. H. Spitzer, Jr. 1951. Data on the natural control of the cyclamen mite on strawberries. J. Econ. Ent. 44: 519-522.
12. Huffaker, C. B., M. van de Vrie, and J. A. McMurtry. 1970. Ecology of Tetranychid mites and their natural enemies: A review II. Tetranychid populations and their possible control by predators. An evaluation. Hilgardia 40 (11): 391-458.
13. Laing, J. E. 1969. Life history and life table of *Metaseiulus occidentalis*. Ann. Ent. Soc. Amer. 62 (5): 978-982.
14. Lee, M. S. and D. W. Davis. 1968. Life history and behavior of the predatory mite *Typhlodromus occidentalis* in Utah. Ann. Ent. Soc. Amer. 61 (2): 251-255.
15. Lo, P. K. C. 1970. Phytoseiid mites from Taiwan (I) (Acari: Mesostigmata). Bull. Sun Yat-sen Cult. Found. 5: 47-62.
16. McMurtry, J. A., C. B. Huffakerand M. de Vrie. 1970. Ecology of Tetranychid mites and their natural enemies: A review I. Tetranychid enemies: Their biological characters and the impact of spray practices. Hilgardia 40 (11): 331-390.
17. McMurtry, J. A., E. R. Oatman, P. A. Phillips and C. W. Wood. 1978. Establishment of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) in Southern California. Entomophaga 23 (2): 175-179.
18. McMurtry, J. A. and G. T. Scriven. 1975. Population increase of *Phytoseiulus persimilis* on different insectary feeding programs. J. Econ. Ent. 68 (3): 319-321.
19. Mori, H. 1967. The influence of prey density on the predation of *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acarina: Phytoseiidae). Proc. 2nd Intern. Cong. Acarol. 1967: 149-153.
20. Oatman, E. R. and J. A. McMurtry. 1966. Biological control of the two-spotted spider mite on strawberry in Southern California. J. Econ. Ent. 59 (2): 433-439.

21. Oatman, E. R., J. A. McMurtry, F. E. Gilstrap and V. Voth. 1977. Effect of release of *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* and *Typhlodromus occidentalis* on the two-spotted spider mite on strawberry in Southern California. J. Econ. Ent. 70 (1) : 45-47.

22. Oatman, E. R., J. A. McMurtry, F. E. Gilstrap, and V. Voth. 1977. Effect of release of *Amblyseius californicus* on the two-spotted spider mite on strawberry in Southern California. J. Econ. Ent. 70 (5) : 638-640.

23. Oatman, E. R., J. A. McMurtry, H. H. Shorey and V. Voth. 1967. Studies on integrating *Phytoseiulus persimilis* releases, chemical applications, cultural manipulations, and natural predation for control of the two-spotted spider mite on strawberry in Southern California. J. Econ. Ent. 60 (5) : 1344-1351.

24. Oatman, E. R., J. A. McMurtry and V. Voth. 1968. Suppression of the two-spotted spider mite on strawberry with mass releases of *Phytosieulus persimilis*. J. Econ. Ent. 61 (6) : 1517-1521.

25. Pruszynski, S. and W. W. Cone. 1973. Biological observations of *Typhlodromus occidentalis* (Acarina : Phytoseiidae) on Hops. Ann. Ent. Soc. Amer. 66 (1) : 47-51.

26. Simmonds, S. P. 1970. The possible control of *Steneotarsonemus pallidus* on strawberry by *Phytoseiulus persimilis*. Pl. Path. 19 : 106-107.

27. Simmonds, S. P. 1971. Observations on the possible control of *Tetranychus urticae* on strawberry by *Phytoseiulus persimilis*. Pl. Path. 20 : 117-119.

28. Tanigoshi, L. K. and R. W. Browne. 1978. Influence of temperature on life table parameters of *Metaseiulus occidentalis* and *Tetranychus mcdanieli* (Acarina : Phytoseiidae, Tetranychidae). Ann. Ent. Soc. Amer. 71 (3) : 313-316.

29. Tanigoshi, L. K., S. C. Hoyt, R. W. Browne and J. A. Logan. 1975. Influence of temperature on population of *Metaseiulus occidentalis* (Acarina : Phytoseiidae). Ann. Ent. Soc. Amer. 68 (6) : 979-986.

Influence of temperature on life history, predation and population parameters of *Amblyseius longispinosus* (Acarina: Phytoseiidae)[1]

Kang-chen Lo and Chyi-chen Ho [2]

Summary

The life history of a predatory mite, *Amblyseius longispinosus* (Evans) was studied at four constant temperatures of 20, 25, 30 and 35°C and 40 to 64% relative humidity on primary leaves of soybean, *Glycine max* Merrill. Eggs of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina : Tetranychidae), a pest of soybean, were transferred on soybean leaves and *A. longispinosus* were held on detached leaves at four temperatures for various life history parameter observations. At four constant temperatures of 20, 25, 30 and 35°C, a life cycle of female required 8.54, 5.69, 5.02 and 3.77 days. The preoviposition periods were 3.38, 2.25, 0.86 and 0.45 days ; the oviposition periods 27.54, 24.13, 19.21 and 12.18 days, and the postoviposition periods 9.00, 15.75, 21.14 and 13.82 days respectively. The eggs per female per day were 1.75, 2.33, 3.26 and 3.88 ; average eggs per female 47.62, 55.63, 62.50 and 47.18 ; the sex ratios(♀ : ♂) 1.81 : 1, 1.70 : 1, 1.72 : 1 and 1.75 : 1, respectively. Number of eggs of *T. urticae* eaten by immature stages of *A. longispinosus* were 8.60, 7.49, 7.52 and 9.72 ; number eggs predated on by female adult stage were 259.69, 286.87, 280.70 and 216.90, respectively.

From the life history and life table data, *A. longispinosus* populations were found to attain their more optimum developmental and reproductive rates at 35°C. The intrinsic rate of natural increase was found to be 0.452 individuals/female/day and the population possessed the capacity to double every 1.534 days.

---

1. Contribution No. 898 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This project was granted by NSC-67B-0409-08(07).

2. Senior Entomologist and Entomologist, respectively of the Department of Applied Zoology, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.